

Die Rolle solarthermischer Kraftwerke in einer Welt der regenerativen Stromerzeugung

Bernhard Hoffschmidt, Direktor, DLR-SF

Jürgen Kern, System Analyst, DLR-TT

Solar-Institut Jülich,
Energie im Fokus, 22.09.2017



Knowledge for Tomorrow



Inhalt

- Fakten
- Verdichtung der Weltbevölkerung
- Wachstum der MegaCities
- Dezentrale regenerative Versorgung der MegaCities
- Regenerative Ressource versus Lage der MegaCities
- Zentrale Versorgung (Regenerative Hotspots) der MegaCities am Beispiel Peking
- Erreichung 100% Versorgungssicherheit durch „Regenerative Hotspots“
- Solarturm Jülich Konzept geht in die Umsetzung



Fakten

- 2015: COP 21 Beschluss => Einhaltung des 2°C Ziel durch Dekarbonisierung aller EE
 - 2015: >50% der Neuanlagen weltweit in EE in REE (286 Mrd. \$) (UN)
 - 2015: erstmals Investition in REE in Entwicklungsländern > als OECD Ländern (UN)
 - 2015: weiterhin Investition der Entwicklungsländer in Kohlekraftwerke (UN)
 - 2016: PV Anlagen im MW Größe Preis unter 3c\$ pro KWh (Abu Dhabi)
 - 2016: Angebot CSP Anlage von Solar Reserve in Chile für 6,4c\$ pro KWh
 - 2016: Aktuelle Kosten Nuklear-Energie bei 11c\$ pro kWh
 - 2016 : Andauernde De-Investition im konv. KW-Bereich (Innogy/RWE, EON/Uniper)
- (Energieerzeugung: EE; Regenerative Energien: REE)



Fakten

- Im Jahr 1800, lebten nur 3% der Weltbevölkerung in Städten.
- Am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts waren es bereits 47%.
- 1950 gab es weltweit 83 Städte mit mehr als 1 Millionen Einwohner.
- Bis zum Jahr 2007 stieg diese Zahl auf 468 Städte an.
- Wenn der Trend anhält, dann verdoppelt sich die Weltbevölkerung alle 38 Jahre.
- Gemäß einer UN Vorhersage wird die Stadtbevölkerung von heute 3.2 Mrd. auf 5 Mrd. im Jahr 2030 anwachsen und dann leben **drei von fünf Menschen weltweit in Städten.**

<http://en.wikipedia.org/wiki/Megacity>



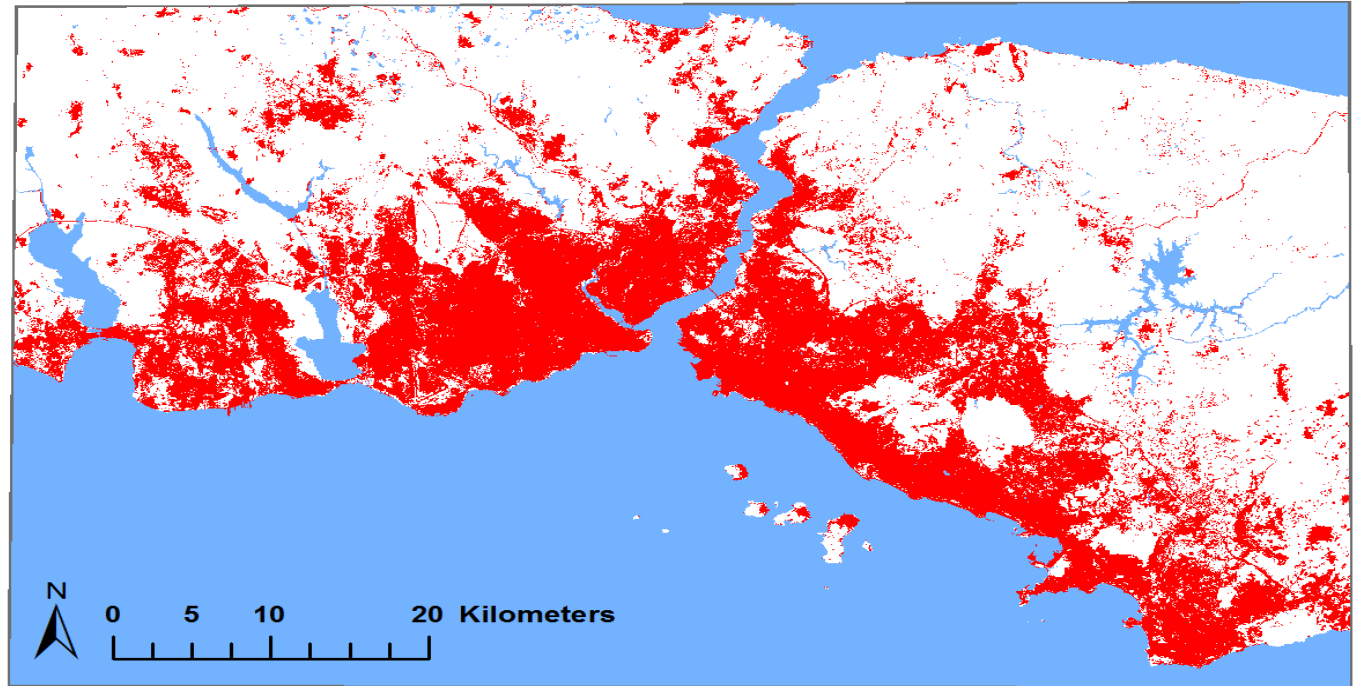
Wachstum der Städte

Istanbul 1975

Istanbul 1990

Istanbul 2000

Istanbul 2010



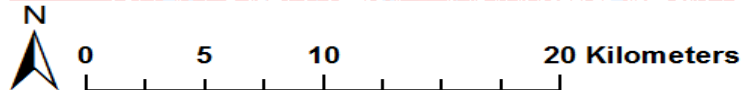
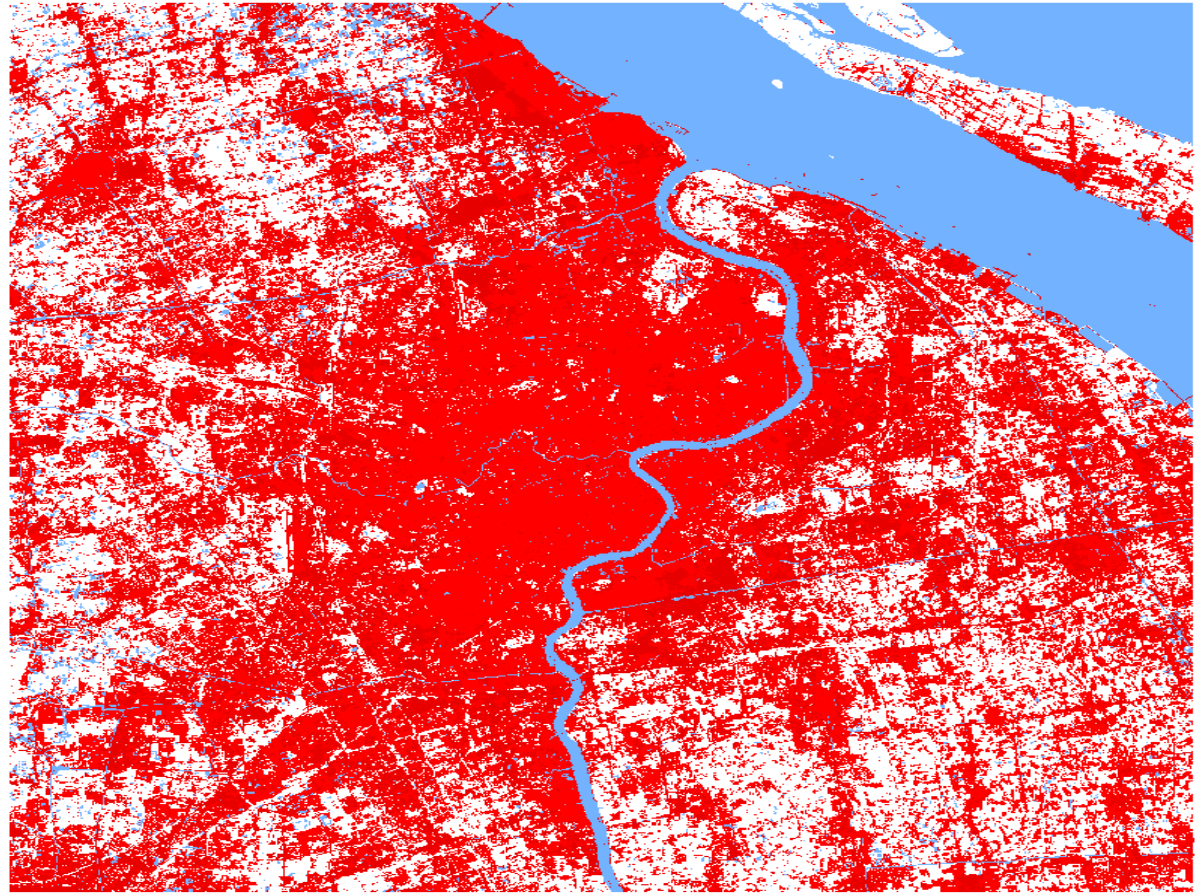
Wachstum der Städte

Shanghai 1975

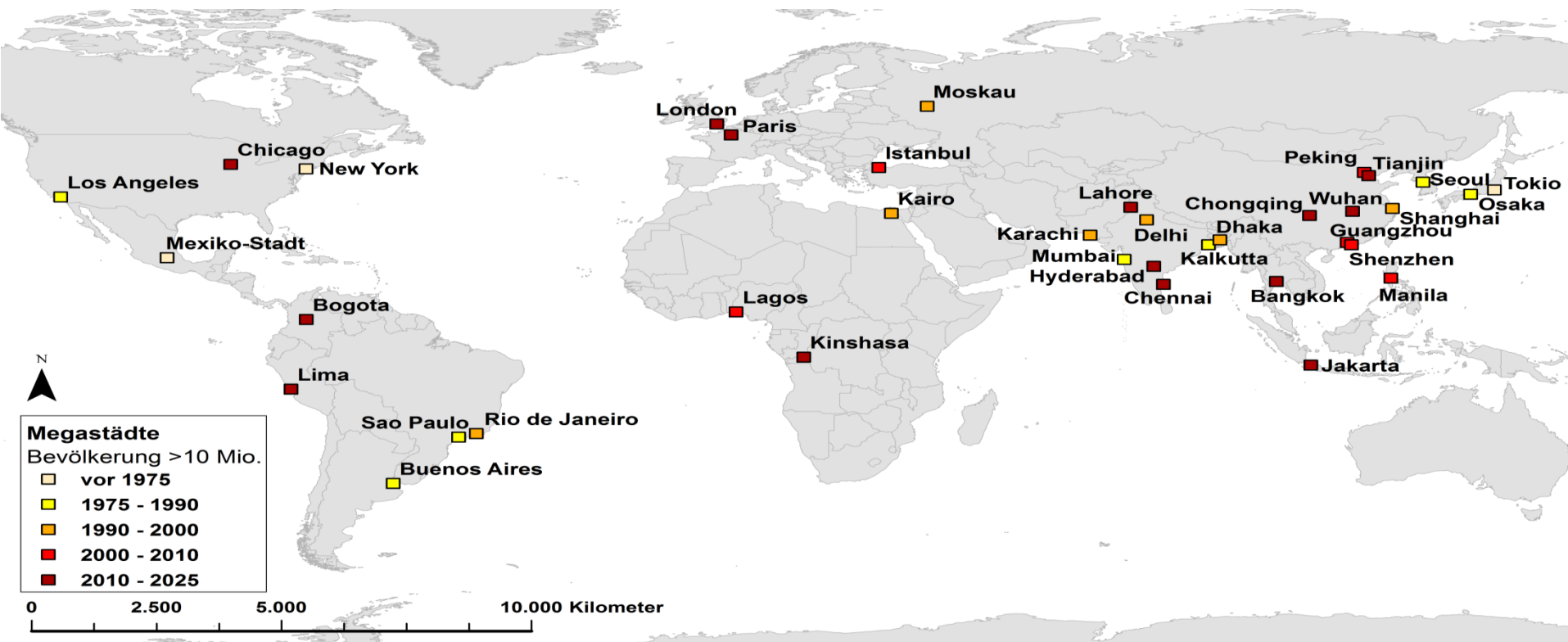
Shanghai 1990

Shanghai 2000

Shanghai 2010

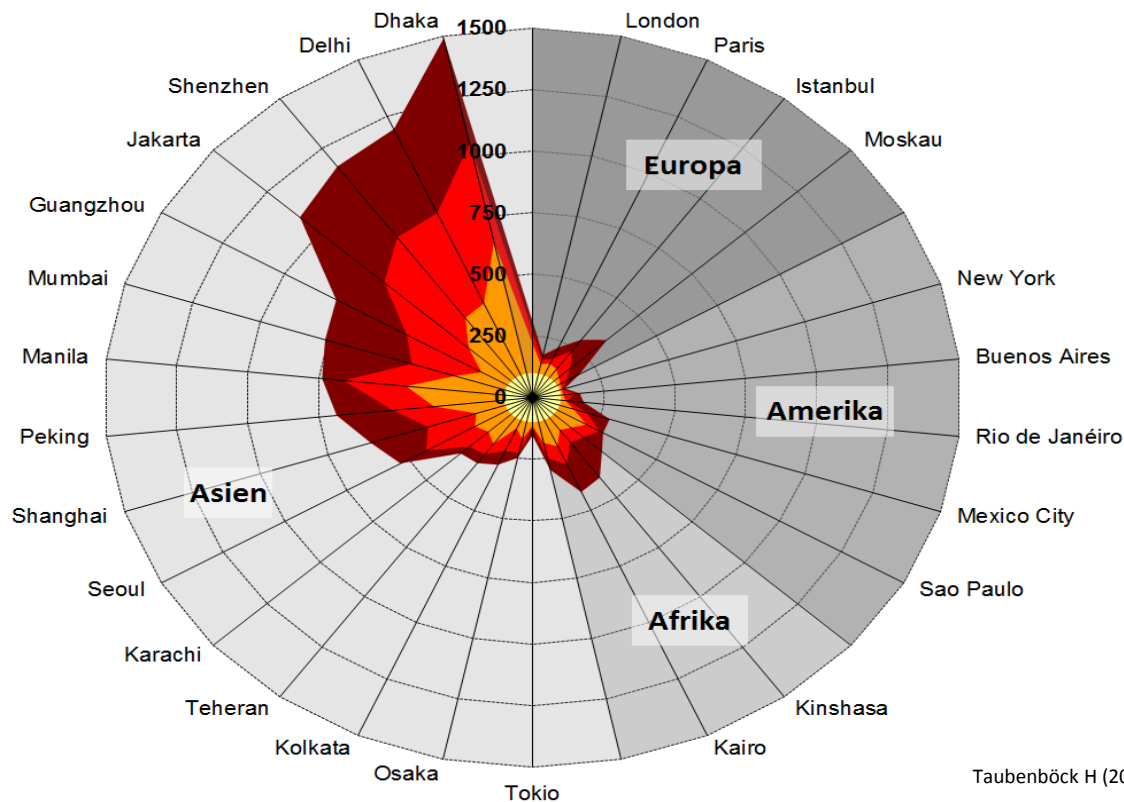


MegaCities



Taubenböck H (2015): *Ohne Limit? Das Flächenwachstum der Megacities*. SpringerSpektrum. S. 49-58.

Relative Wachstumsrate MegaCities



Taubenböck H (2015): *Ohne Limit? Das Flächenwachstum der Megacities*. SpringerSpektrum. S. 49-58.



MegaCities

Europe – Afrika - Amerika

• Asia

▪ <u>Moscow</u>	17
▪ <u>London</u>	14
▪ <u>Paris</u>	12
▪ <u>Rhine-Ruhr</u>	11
▪ <u>Istanbul</u>	15
▪ <u>Lagos</u>	21
▪ <u>Cairo</u>	19
▪ <u>Kinshasa</u>	13
▪ <u>New York City</u>	24
▪ <u>Mexico City</u>	22
▪ <u>Los Angeles</u>	19
▪ <u>São Paulo</u>	21
▪ <u>Buenos Aires</u>	17
▪ <u>Rio de Janeiro</u>	14

▪ <u>Tokyo-Yokohama</u>	38
▪ <u>Jakarta</u>	30
▪ <u>Seoul</u>	26
▪ <u>Delhi</u>	26
▪ <u>Shanghai</u>	25
▪ <u>Karachi</u>	24
▪ <u>Beijing</u>	22
▪ <u>Mumbai</u>	21
▪ <u>Osaka</u>	20
▪ <u>Manila</u>	20
▪ <u>Dhaka</u>	18
▪ <u>Bangkok</u>	15
▪ <u>Kolkata</u>	15
▪ <u>Tehran</u>	13
▪ <u>Guangzhou</u>	13
▪ <u>Shenzhen</u>	12



Tokyo, Japan

derzeitige Bevölkerung = 36.7 Millionen
voraussichtliche Bevölkerung 2025 = 37.1 Millionen



Mexico City, Mexico

derzeitige Bevölkerung = 19.5 Millionen
voraussichtliche Bevölkerung 2025 = 20.7 Millionen



Sao Paulo, Brasilien

derzeitige Bevölkerung = 19.9 Millionen
voraussichtliche Bevölkerung 2025 = 23.7 Millionen



New York, USA

derzeitige Bevölkerung = 20.4 Millionen
voraussichtliche Bevölkerung 2025 = 20.6 Millionen



**2050 leben 75% der Weltbevölkerung auf
weniger als 2,8% der Erdoberfläche!**

**Frage: Können MegaCities ihren
Elektrizitätsbedarf selber erzeugen?**

Taubenböck H (2015): *Ohne Limit? Das Flächenwachstum der
Megacities.*



Können MegaCities ihre eigene Elektrizitätsversorgung sicherstellen?

- Windenergie
- CSP
- PV

nicht möglich

nicht möglich

möglich aber limitiert





New York City, Manhattan

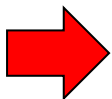
brauchbare Stadtfläche für PV

- max. 30%
- Realistisch gemäß einer Studie der TU Berlin für den Großraum Berlin ca. 10-20% (Quelle: www.pvupscale.org)



Rechenbeispiel Peking

- Zukünftige MegaCity:
Peking mit 130 Mio. Einwohner
- Heutiger Strombedarf >100TWh/a
- Fläche des verdichteten Raums
 - ca. 470 km²
 - mit 25000 Pers./km² (vergl. Wert: Manhattan)
 - und 11,8 Mio Einwohner
- Maximale Eigenproduktion bei 20% Nutzungsgrad
der Stadtfläche mit PV: 14,2 TWh/a

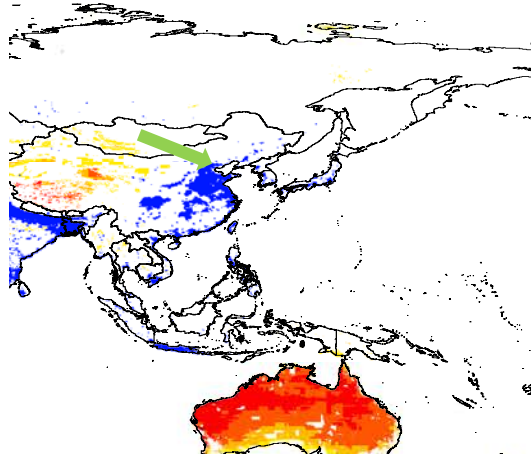


D.h. in hoch verdichteten Ballungsräumen kann nur maximal 15% des Strombedarfs selbst erzeugt werden (aber fluktuierend!)



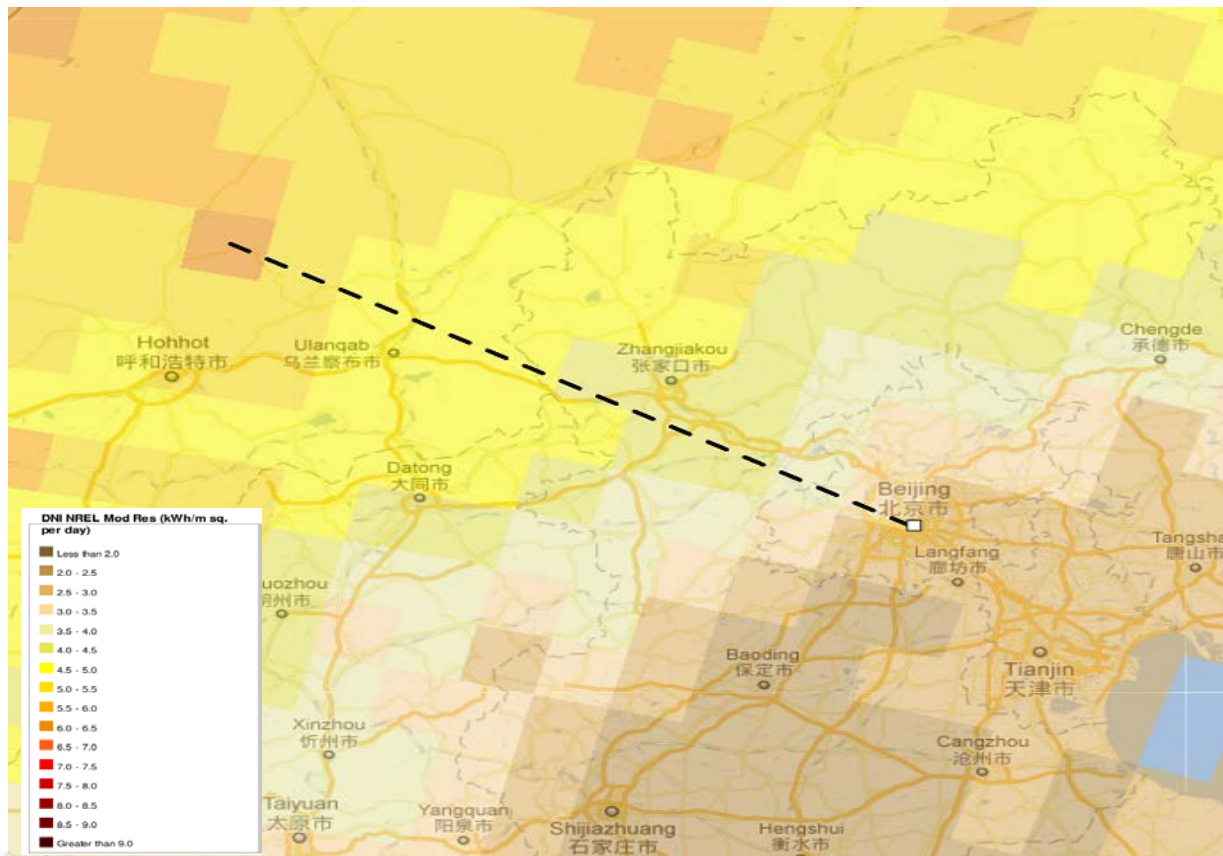
Quelle: DPA, Peking bei Nacht

Solar Hotspot für Peking

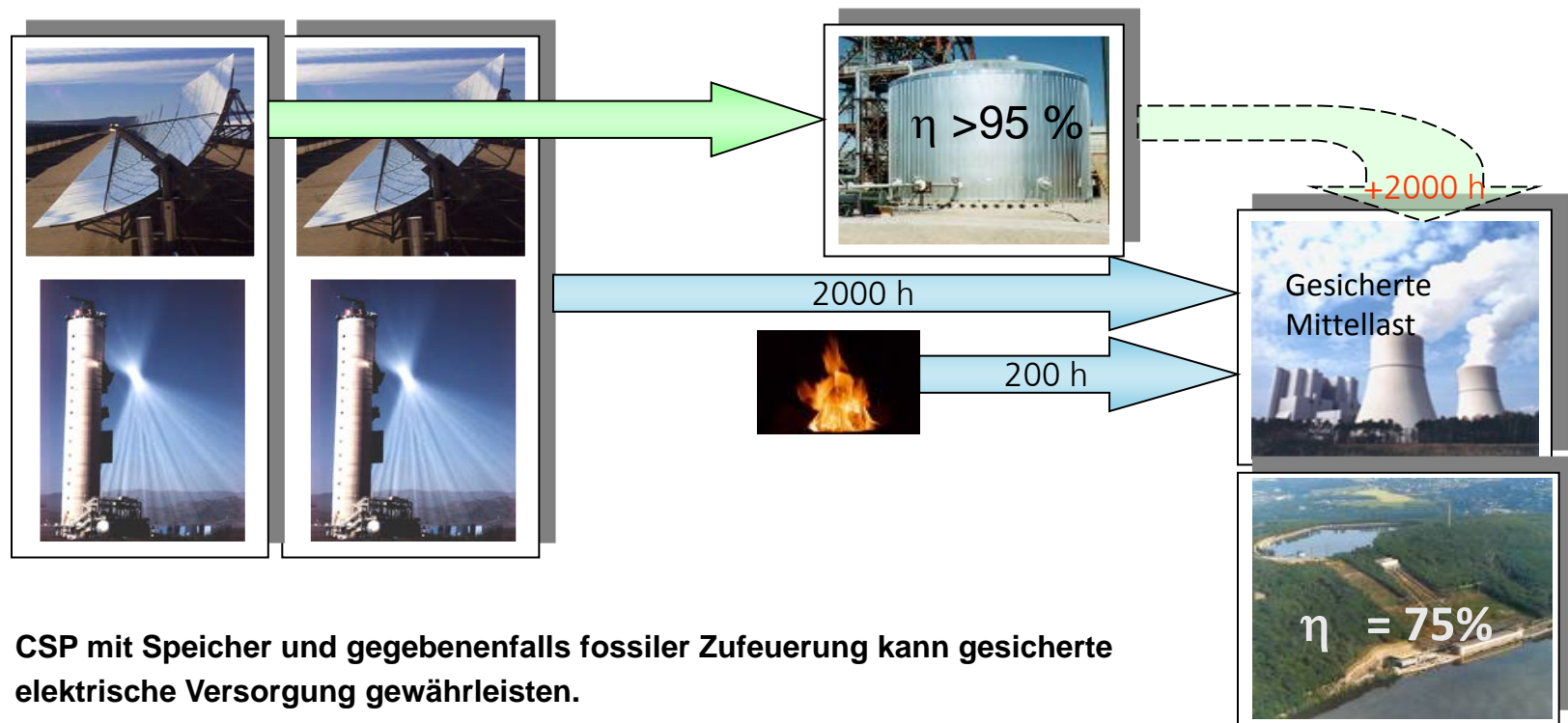


Solar Hotspot für Peking

- Nördlich von Hohhot (Sanyuanjingxiang)
- Längengrad: 112.11° East
- Breitengrad: 41.65° North
- Höhe: 1685m
- Solare Ressource
→ 2227 kWh/a
- Distanz nach Peking
ca. 420 km

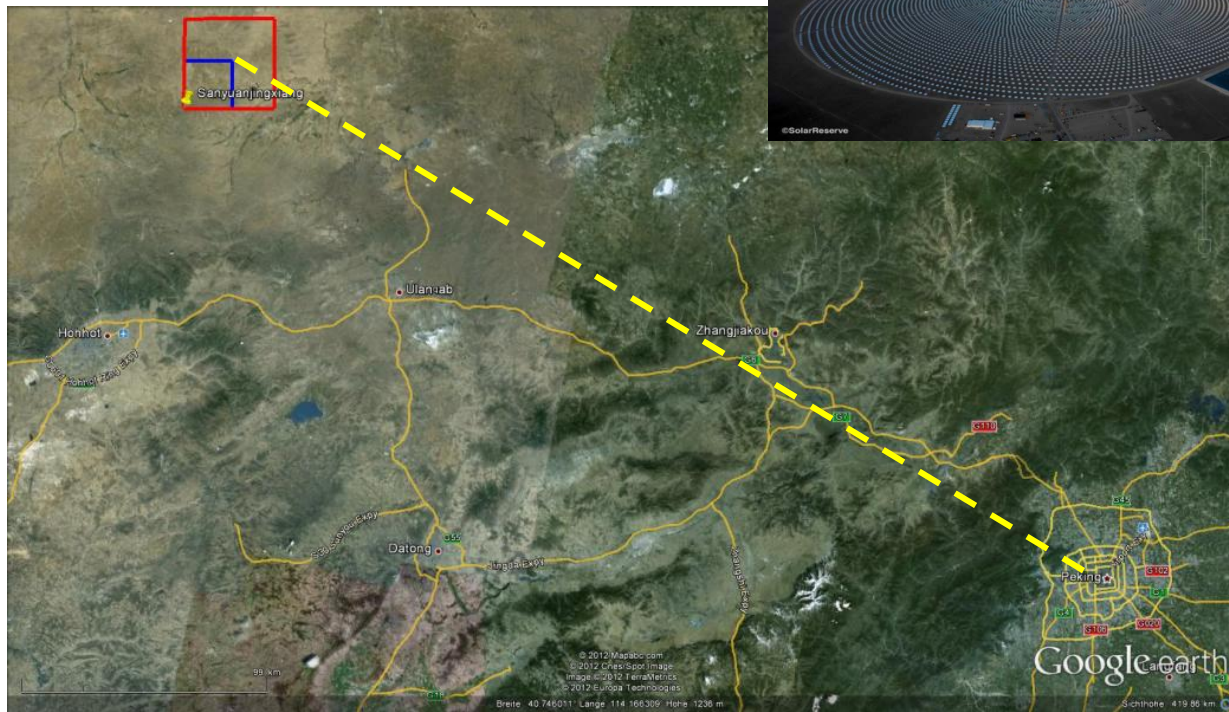


Vorteil von CSP gegenüber elektrischem Speicher



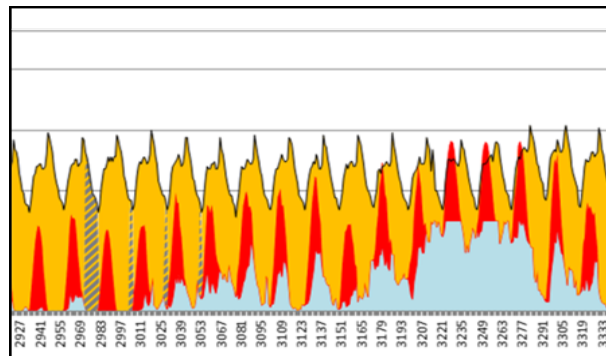
Solar Hotspot für Peking

- **Scenario II: 70% CSP**
 - **Salt 100**
 - 117 plants
 - 1137 km²
 - 34 x 34 km²
- **Übertragungsverluste**
 - **2,25%**

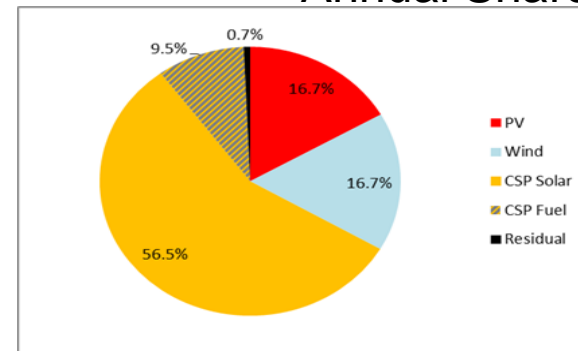


Regenerative Hotspot (100% regenerativ und 100% Versorgungssicherheit)

Ergebnis
für eine
Wüstenregion

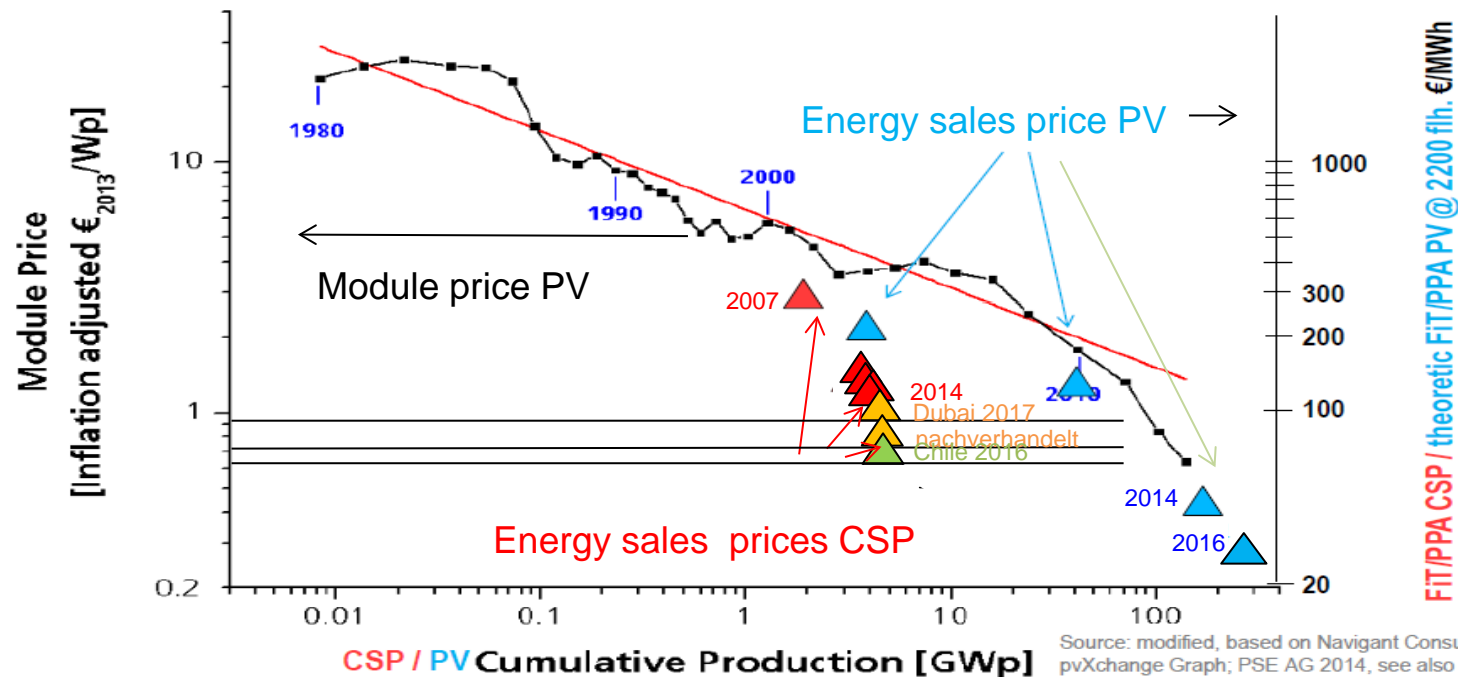


Annual Share



Kosten von CSP und PV mit der Markteinführung stark gefallen

- Die Menge an installierten CSP Anlagen ist deutlich kleiner als die von PV Anlagen. Mit der fortschreitenden Installation werden die Kosten weiter fallen



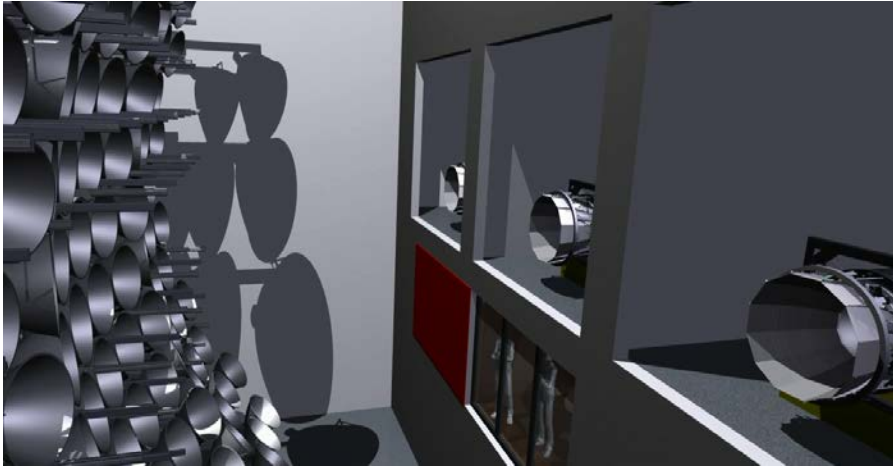
Zusammenfassung

- Beobachtung einer massiven Agglomeration der Weltbevölkerung auf Ballungsräume und Entvölkerung der Landflächen => MegaCities > 100Mio. Einwohner
- Grund: Sozioökonomische-Besserstellung der Menschen in Ballungsräumen gegenüber der Landbevölkerung
- Voraussichtlich Konzentration von 75% der Weltbevölkerung auf weniger als 2,8% der Landfläche in 2050
- Regenerative dezentrale Selbstversorgung dieser Ballungsräume/MegaCities nicht möglich
- Versorgung der Ballungsräume aus „Solaren bzw. regenerativen Hotspots“ unter Sicherstellung einer 100% Versorgungssicherheit und Transport der Elektrizität mit HGÜ in die Ballungsräume
- Solarthermische Kraftwerke als Erzeuger von regelbarem regenerativem Strom haben ihre Gestehungskosten stark gesenkt. Eine weitere Kostensenkung Richtung 5-6 €/KWh ist zu erwarten.



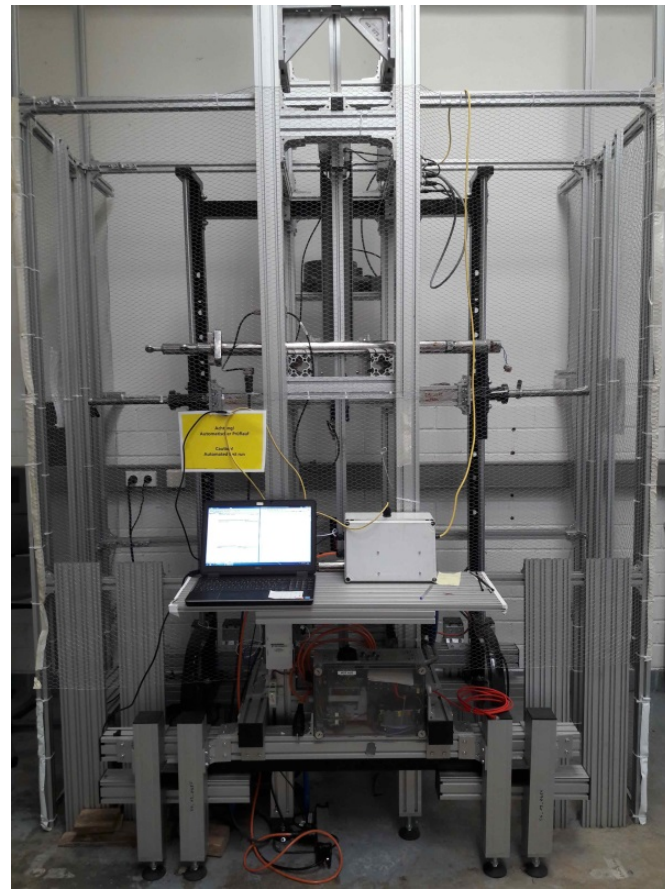
Zusammenarbeit von SIJ und DLR

Mitarbeit bei der Konstruktion der Strahlerwand, der Auslegung der Antriebe und Steuerung im Synlight



Zusammenarbeit von SIJ und DLR

Entwicklung und Bau eines Aktuatorprüfstandes
für Heliostatantriebe



Zusammenarbeit von SIJ und DLR

Zuarbeit in der Lösung von technischen Details

